

Oferta de contrato predoctoral para Proyecto I+D Generación de Conocimiento: “Física estadística para ciudades: modelos estocásticos y experimentos públicos” (StatPhys4Cities, PID2019-106811GB-C33 TIPO B)

Keywords: física estadística, sistemas complejos, sistemas urbanos, selección de modelos, desigualdad, bienestar, movilidad, inferencia, modelado basado en datos, procesos estocásticos

Información para aplicar a la oferta - Ministerio:

<https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52feb801432ea0/?vgnextoid=490233572bed4710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Investigadores principales: Josep Perelló josep.perello@ub.edu / Miquel Montero miquel.montero@ub.edu

Resumen proyecto

Al menos desde la revolución científica, los modelos matemáticos interpretables han sido instrumentales para avanzar en nuestro conocimiento del mundo. La era del big data prometía facilitar el descubrimiento de modelos interpretables de sistemas naturales y socioeconómicos que anteriormente no se podían analizar de manera cuantitativa. Aún así, no hemos presenciado la esperada explosión de modelos matemáticos interpretables. En parte, esto es porque modelos de aprendizaje automático (machine learning) están de facto tomando su lugar. Sin embargo, muchos modelos de aprendizaje automático no son interpretables, por lo que un uso descontrolado de ellos puede tener consecuencias indeseadas cuando nuestras decisiones dependen de los resultados de estos modelos.

La aproximación de la física estadística, que se basan en usar modelos interpretables a nivel microscópico para entender el comportamiento macroscópico, nos brinda una posición única para establecer los fundamentos de algoritmos alternativos para la selección y validación de modelos interpretables que aprenderán de los datos pero que serán fundamentalmente distintos de los algoritmos de machine learning que conocemos.

Los sistemas socioeconómicos, y en particular las ciudades, presentan un contexto específico en que la necesidad de mejores modelos interpretables es crítica: entender los micro-motivos detrás del comportamiento humano es un paso necesario para explicar su comportamiento macroscópico social y para ser útiles en el proceso de toma de decisiones. Pese a las contribuciones de la física estadística a los fenómenos urbanos, muchas de las herramientas usadas no van más allá de la metáfora del bottom-up. Teniendo en cuenta el crecimiento esperado de las ciudades a escala mundial en la próxima década y la abundancia de datos urbanos, hay una necesidad imperiosa de poder obtener modelos interpretables y validables en un contexto urbano a partir de datos.

StatPhys4Cities enfocará estos retos en un esfuerzo coordinado que contribuirá en el avance de la investigación de problemas urbanos desde un punto de vista de la física estadística y que combinará modelos y métodos de teoría de redes, procesos estocásticos y fenómenos críticos con un enfoque data-driven. Específicamente, StatPhys4Cities tiene dos objetivos generales:

1. Desarrollar herramientas de selección y validación de modelos interpretables. Estas herramientas deben poder informar el proceso de obtención de nuevos datos para responder preguntas concretas.
2. Obtener una mejor comprensión de la movilidad, el bienestar y desigualdades en las ciudades vía el análisis/modelado/interpretación de datos existentes y de la adquisición de nuevos datos sobre estos temas.

En particular, la Universitat de Barcelona exploraremos los procesos estocásticos y los formalismos de caminos aleatorios en tiempo continuo para plantear nuevas formulaciones matemáticas en temas relacionados con la movilidad, el bienestar y las desigualdades. En la Universitat de Barcelona desarrollaremos experimentos públicos, inclusivos y participativos sobre movilidad y bienestar de los ciudadanos. Bajo la forma de ciencia ciudadana, los experimentos públicos refinarán preguntas de investigación planteadas con la participación de un grupo de ciudadanos preocupados sobre el tema. El enfoque quiere mejorar un conocimiento socialmente sólido listo para usarse por parte de los responsables de políticas públicas. **El candidato desarrollará tareas transversales a estas temáticas.**

PhD Job Offer for Proyecto I+D Generación de Conocimiento: “Statistical Physics for cities: stochastic models and public experiments” (StatPhys4Cities, PID2019-106811GB-C33 TIPO B)

Keywords: statistical physics, complex systems, urban systems, model selection, inequality, welfare, mobility, inference, data-driven modeling, stochastic processes

Information for submitting application - Ministerio:

<https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnnextoid=490233572bed4710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Principal Investigators: Josep Perelló josep.perello@ub.edu / Miquel Montero miquel.montero@ub.edu

Summary

At least since the scientific revolution, interpretable mathematical models have been instrumental for advancing our understanding of the world. The big data era held the promise of facilitating the discovery of similarly interpretable mathematical models of natural and socioeconomic systems that were previously not amenable to quantitative analysis. Yet, so far, we have not seen such an explosion of new interpretable mathematical models. This is in part because machine learning models are de facto taking their place. However, because most machine learning algorithms are not interpretable, an uncontrolled use of such approaches can have unwanted consequences when model outcomes are directly linked to decisions.

Statistical physics approaches precisely rely on using interpretable micro-scale models to understand macro-scale behavior and as such they are uniquely positioned to lay the foundations of alternative algorithms for interpretable model selection and validation that will learn from data but that will significantly differ from the machine learning we know today.

A particular setting in which the need of better interpretable models is critical is that of socio-economic systems, and especially cities, where understanding the micro-motives of human behavior is necessary to explain the macro-behavior of those systems, and to inform policy-making decisions. Unfortunately, despite the fact the statistical physics contributions to modeling urban phenomena, most of the used tools do not go beyond the bottom-up theoretical metaphor. However, because of the expected growth of cities at a global scale in the next decade and the fact that more urban data is available, there is a pressing need to be able to obtain interpretable models for urban social contexts which are informed by data and that can be validated within an urban setting.

StatPhys4Cities will take on these challenges in a coordinated effort that will contribute and advance the research of urban-related problems from a statistical physics approach that combines models and methods from network theory, stochastic processes, and critical phenomena, among others with a data-driven approach. Specifically, StatPhys4Cities has two overarching goals:

1. To develop interpretable model selection and validation tools using statistical physics principles. The tools should also inform the process of obtaining further data to answer specific research questions.
2. To gain a better understanding about mobility, welfare and inequalities within cities through the analysis/modeling/interpretation of existing data and the acquisition of new data specific to these problems.

In particular, University of Barcelona will deeply explore stochastic processes and continuous-time random walks formalisms to raise new mathematical formulations in issues related to mobility, welfare and inequalities. On the other hand, the team at University of Barcelona will propose and develop a rather unique approach to build specific public, inclusive and participatory experiments on citizens mobility and welfare. Under the form of citizen science, the public experiments will narrow down very concrete research questions raised with the participation of concerned group of citizens. The approach wants to enhance a ready-to-use socially robust knowledge by policymakers in order to have better policies and envisage future scenarios in a participatory manner. **The candidate will develop transversal research related to these tasks.**